

Foto: Pedro Freitas



No Sistema Plantio Direto é possível antecipar a Adubação do Algodoeiro

Alberto C. de Campos Bernardi¹
Maria da Conceição Santana Carvalho²
Pedro Luiz de Freitas³
Juarez Patrício de Oliveira Júnior⁴
Wilson Mozena Leandro⁴
Thiago Mesquita da Silva⁴

O sistema convencional de preparo do solo, com o uso de arados, grades e grades-aradoras, é um dos responsáveis pela pulverização excessiva da camada arável, encrostamento superficial e formação de camadas compactadas, levando à perda da capacidade produtiva pela erosão do solo e, redução da matéria orgânica. Por isso o sistema plantio direto (SPD) tem se destacado como sendo uma alternativa viável e sustentável, por permitir que se obtenha a produção agrícola com níveis toleráveis de erosão.

Inicialmente a decisão dos agricultores pela adoção do SPD foi principalmente como uma medida conservacionista e preventiva para o controle da erosão. Posteriormente, verificou-se a melhoria do solo pelo aumento do conteúdo de matéria orgânica e melhor estruturação, a diminuição do número de operações agrícolas e da exigência de potência em máquinas, além da possibilidade de flexibilização do cronograma do plantio. Atualmente, a adoção do SPD pelos produtores tem ocorrido pela diminuição de custos, melhoria da produtividade e qualidade de vida, e conseqüentemente da sustentabilidade da atividade (Plataforma Plantio Direto, 2001).

O SPD tem como fundamentos a ausência de revolvimento do solo, a manutenção da cobertura vegetal permanente e a rotação de culturas. Para conseguir-se esta cobertura vegetal permanente, o procedimento é o cultivo contínuo do solo com culturas comerciais intercaladas com culturas de cobertura, as quais proporcionam a produção máxima de fitomassa e crescimento vigoroso de raízes (Salton *et al.*, 1998, Plataforma Plantio Direto, 2001; Bernardi *et al.*, 2003).

Assim, verifica-se que o SPD envolve um conjunto de práticas agrônômicas interdependentes. O sistema estará mais próximo do ideal, à medida que integrar tecnologias que visem a redução dos custos e a melhoria da qualidade do ambiente.

O SPD vem sendo adotado na região dos Cerrados, principalmente como forma de evitar os problemas de erosão e compactação do solo. A adoção pelos cotonicultores de Goiás mostra que é uma alternativa de produção viável e sustentável, e tem demonstrado que pode vir a substituir o sistema convencional (Freire & Morello, 2003). A seqüência

¹Embrapa Pecuária Sudeste. Rod. Washington Luiz, Km 234. Faz. Canchim Cx.P.339. CEP: 13560-970 São Carlos – SP. E-mail: alberto@cnpse.embrapa.br

²Embrapa Algodão, SNT Goiás, Caixa Postal 714. CEP: 74001-970 Goiânia – GO. E-mail: maria.santana@embrapa.br / mariacsc@sede.embrapa.br

³Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, no. 1024. CEP:22460-000 Rio de Janeiro – RJ. E-mail: pfreitas@cnps.embrapa.br

⁴Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás - UFG. Rod. Goiânia / Nova Veneza Km 0, Setor de Agricultura, Campus II. Cx. P. 131. CEP: 74910-970. Goiânia - GO. E-mail: juarez@agro.ufg.br, leandro@agro.ufg.br

de preparo para o plantio do algodoeiro consiste basicamente na:

- destruição química das soqueiras (restos culturais);
- plantio de espécies vegetais como cobertura de solo;
- dessecação destas espécies e plantio direto na palha.

Culturas de cobertura em SPD

A formação da palha é a base de sustentação do SPD e a dificuldade no estabelecimento desse sistema nos Cerrados são decorrentes da dificuldade de formação ou manutenção da palhada.

Já está comprovado que a cobertura vegetal exerce uma grande influência sobre o processo erosivo, pois diminui o impacto das gotas de chuva diretamente sobre a superfície do solo, impedindo sua desagregação e formação do encrostamento superficial, e aumentando a infiltração de

água. Outro efeito da adição das plantas de cobertura ou dos restos vegetais no sistema plantio direto é a influência positiva sobre as populações microbianas. Estas representam a parte viva da matéria orgânica do solo e são responsáveis pela maioria das reações que ocorrem no ciclo do carbono. Outras contribuições da palha são manutenção da umidade do solo, proteção do solo da ação direta dos raios do sol e estabilização da temperatura do solo, controle de plantas invasoras, aumento do teor de matéria orgânica, favorecimento do movimento de bases trocáveis (Ca e Mg) para as camadas subsuperficiais. Daí a importância de se manejar adequadamente as culturas para o melhor aproveitamento da palhada (Landers, 2001).

A utilização de espécies como milheto, sorgo, crotalária, gramíneas forrageiras (braquiária) possibilitaram a adequada formação de palhada, essencial para a sustentabilidade do SPD na região do Cerrado (Landers, 2001). No Box 1, são apresentadas as principais características da cultura do milheto.

Box1: Características da cultura do milheto.

A utilização do milheto (*Pennisetum glaucum* e *P. americanum*) como cobertura do solo elevou a um incremento significativo da expansão do Sistema Plantio Direto na região dos Cerrados. Atualmente, o milheto é a espécie mais utilizada para a formação de palhada nos Cerrados.

O plantio do milheto é adequado em áreas de maior déficit hídrico no inverno. No entanto, o ideal é o plantio em regiões que não haja ocorrência de geadas. Pode ser utilizado para cobertura do solo ou, na integração agricultura-pecuária, para o pastejo.

As principais características desta cultura de cobertura são:

- formação de uma palhada mais duradoura na superfície do solo,
- alta capacidade de reciclagem de nutrientes (especialmente N e K), devido ao desenvolvimento de um sistema radicular agressivo que extrai e recicla nutrientes não absorvidos pela culturas principais de verão.
- supressão de invasoras, através dos efeitos físicos (impedindo a formação de sementeiras) e químicos (alelopáticos), levando à redução do custo com herbicidas.
- possibilidade de diminuir a incidência de nematóides, quando utilizado em rotação.

Na integração da agricultura-pecuária é opção de pastagem anual (na seca), na sucessão às culturas anuais de verão, fornecendo forragem para o período outono/inverno. Neste caso, o milheto pode ser semeado em sucessão ao milho ou à soja. O pastejo pode ser iniciado quando as plantas atingem 50 a 60 cm, se houver expectativa de rebrota deve-se retirar os animais quando as plantas estiverem com 20 cm de altura.

Uma das opções de plantio do milheto é em sobressemeadura, sendo uma prática difundida, onde a planta de cobertura é semeada antes que a soja ou milho tenham completado seu ciclo. Outras opções seriam após a colheita da cultura de verão, ou no início do período chuvoso, antes da semeadura da cultura principal.

Correção do solo e adubação do algodoeiro

A correção do solo e a adubação das culturas deve ser feita aplicando as quantidades de fertilizantes necessárias para a obtenção das produções máximas econômicas, porém garantindo também a qualidade dos produtos agrícolas. Para que o produtor realize a adubação corretamente é necessário que ele recorra à análise de solo. Esta técnica é uma das melhores formas para detecção dos fatores limitantes ao crescimento e produção vegetal, além de servir como base para a recomendação de calagem e fertilizantes. As tabelas de interpretação de teores de P, K e micronutrientes para a região dos Cerrados estão nas Tabelas 1 e 2.

O algodoeiro é uma cultura muito sensível à acidez do solo. A alternativa mais viável para a correção da acidez do solo e suprimento dos nutrientes Ca e Mg é a prática da calagem. A recomendação é feita com base na saturação por bases que deve ser elevada para 50%, utilizando calcário que complemente o teor de Mg no solo para valores entre 0,5 e 1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Sousa & Lobato, 2002).

A recomendação de adubação para os solos dos Cerrados em SPD, baseadas em análises de solo é ainda limitada devido à existência de poucos estudos de calibração, por isso a base continua sendo o sistema de plantio convencional. Deste modo, a recomendação para adubação do algodoeiro em solos dos Cerrados com N, P_2O_5 e K_2O estão na Tabela 3. As análises de solo devem ser feitas anualmente

Tabela 1: Interpretação da análise de solo para P e K, extraídos pelo extrator Mehlich-1, de acordo com o teor de argila, para recomendação de adubação culturas anuais no Cerrado.

Teor argila (g kg^{-1})	Teor P solo (mg dm^{-3}) – Extrator Mehlich-1				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
≤ 150	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	18,1 a 25,0	$> 25,0$
150 a 350	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	$> 20,0$
351 a 600	0 a 3,0	3,1 a 5,0	5,1 a 8,0	8,1 a 12,0	$> 12,0$
> 600	0 a 2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 6,0	$> 6,0$
CTC ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	Teor K solo (mg dm^{-3})				
$< 4,0$	-	≤ 15	16 a 30	31 a 40	> 40
$> 4,0$	-	≤ 25	26 a 60	51 a 80	> 80

Fonte: Souza *et al.* (2002) e Vilela *et al.* (2002).

Tabela 2: Interpretação da análise de solo para micronutrientes, extraídos por água quente (B) e pelo extrator Mehlich - 1 (Cu, Mn e Zn) em solos de Cerrado.

Teor	Boro	Cobre	Manganês	Zinco
	(água quente)	(Mehlich 1)		
	----- g dm ⁻³ -----			
Baixo	0 a 0,2	0 a 0,4	0 a 1,9	0 a 1,0
Médio	0,3 a 0,5	0,5 a 0,8	2,0 a 5,0	1,1 a 1,6
Alto	> 0,5	> 0,8	> 5,0	> 1,6

Fonte: Galvão (2002).

para garantir o uso racional de fertilizantes. As recomendações de adubação fosfatada e potássica para o SPD estão reunidas no Box 2. Os resultados obtidos por Kluthcouski *et al.* (2000) com soja, milho, feijão e arroz confirmam esta recomendação de redução da adubação após a estabilização do SPD.

A recomendação proposta por Galvão (2002) para adubação corretiva com micronutrientes em solos de Cerrado está na Tabela 4. As doses de micronutrientes foram recomendadas em função das faixas de teores da análise de solo (Tabela 2). O efeito residual pode ser de até 4 anos, mas é recomendável o monitoramento através de análise de solo para micronutrientes pelo menos a cada 2 anos.

Tabela 3: Recomendação de adubação do algodoeiro com NPK para solos dos Cerrados.

Expectativa de Rendimento	N		P extraível		K trocável	
	Plantio	Cobertura	Adequado	Alto	Adequado	Alto
	t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	Kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅		kg ha ⁻¹ de K ₂ O	
3	15	40	60	30	40	20
4	25	70	80	40	60	30
5	25	100	100	50	80	40
6	25	130	120	60	100	50

Fonte: Sousa & Lobato (2002).

Box 2: Recomendações de adubação com P e K em SPD.

Fase	Recomendação	Observação
Adoção	Aplicações de P ₂ O ₅ e K ₂ O conforme o sistema convencional.	
Implantação (primeiros 5 a 6 anos, dependendo do histórico da área).	Reduzir as doses de P ₂ O ₅ e K ₂ O em 10%.	Solos que ainda não tenham atingido os níveis de suficiência e que apresentem boa formação de palhada.
Consolidação (após o 5º ou 6º ano)	Reduzir as doses de P ₂ O ₅ e K ₂ O para as quantidades exportadas pelas culturas.	Solos que ainda tenham níveis de P e K maiores que 1,5 vezes o teor crítico e que apresentem estrutura física característica do SPD.

Fonte: Adaptado de Wietholter *et al.* (1998).

Tabela 4: Recomendação de adubação do algodoeiro com micronutrientes para solos dos Cerrados.

Faixa de teor	Dose recomendada kg ha ⁻¹		Observações
Baixa	<ul style="list-style-type: none"> Boro: 2,0kg ha⁻¹ Cobre: 2,0kg ha⁻¹ Manganês: 6,0kg ha⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> Molibdênio: 0,4kg ha⁻¹ Zinco: 6,0kg ha⁻¹ 	Doses para aplicação a lanço. No sulco de semeadura: dividir em 3 cultivos sucessivos.
Média	Aplicar ¼ das doses anteriores		Aplicar no sulco de plantio
Alta	Não fazer aplicações		

Fonte: Galvão (1998).

Vantagem do SPD: adubação antecipada

Outro ponto interessante do SPD é que a prática da adubação, em função da melhoria das condições físicas, químicas e biológicas e da introdução das culturas de cobertura, pode ser profundamente alterada, possibilitando uma ação sistêmica, e não apenas pontual como no sistema convencional. Ou seja, com o plantio direto, pode-se adubar todo o sistema de produção, e não apenas a cultura principal individualmente. Assim, uma parte do fertilizante é aplicado em pré-plantio na cultura de cobertura, que será dessecada e retornará os nutrientes absorvidos para a cultura principal. As vantagens desta prática são:

- diminuição da quantidade de adubos no sulco;
- menores perdas por lixiviação e;
- maior desenvolvimento vegetativo da cultura de cobertura.

Outro aspecto importante que deve ser considerado no SPD é que a cobertura verde também tornará mais eficiente a ciclagem de nutrientes.

Um estudo conduzido pela Embrapa Solos em uma propriedade rural, em Turvelândia, Goiás, procurou explorar os aspectos da adubação do sistema e melhoria da produção de palhada. O projeto foi financiado pelo Instituto Internacional do Potássio (IPI) e teve como parceiros a Universidade Federal de Goiás e a Embrapa Algodão. A Figura 1 mostra o aspecto da área de estudo.

O esquema utilizado no estudo foi o seguinte: após um cultivo de soja, foi feito o plantio do milho na primavera e algodão no verão. O período para o crescimento do milho foi curto, além de haver pouca quantidade de água disponível. Isso se refletiu nas produtividades relativamente baixas de matéria seca obtidas (entre 1 e 1,5 t ha⁻¹). Valores abaixo do valor considerado adequado (6 t ha⁻¹) para se obter uma adequada cobertura do solo (Castro, 1993).

O milho foi dessecado no início do verão com as plantas em pé, sem manejo mecânico anterior, para em seguida plantar-se o algodão. Foram feitas comparações das adubações antecipadas e na linha de plantio.

Os resultados do estudo estão apresentados nas Figuras 2 e 3 e mostram os benefícios da antecipação da adubação potássica no SPD. Na prática, a cada ano observa-se que a quantidade de palhada remanescente do milho é variável, pois dependem fundamentalmente da distribuição das chuvas no período.



Fig. 1: Aspecto da área de estudo com o milho antes da adubação, após a adubação potássica e algodão próximo à colheita. (Fotos: Thiago Mesquita da Silva)

No entanto, os resultados do experimento mostraram que a adubação potássica, realizada durante o cultivo do milho foi benéfica, pois estimulou a produção de fitomassa. O milho respondeu com um aumento de 45% de produção de matéria seca, em comparação à parcela testemunha, que não recebeu adubação (Figura 2).

Observou-se que tanto a produção máxima de milho como a de algodão foram obtidas com a dose de 230 kg por ha de cloreto de potássio (ou 140 kg por ha de K_2O). A aplicação de plantio normalmente é recomendada para ser realizada no sulco, porém estes resultados confirmam que também poderá ser feita a lanço, antes do plantio.

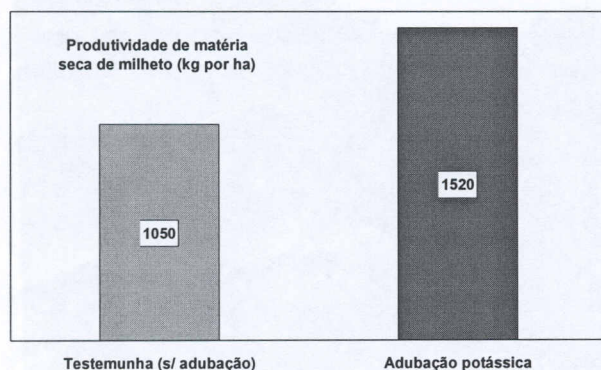


Fig. 2: Produtividade de matéria seca do milho (kg por ha).

Já a maior produtividade de algodão, obtida com a adubação antecipada, foi cerca de 11% maior que a produção obtida com a mesma dose aplicada na linha de plantio e sem adubação de cobertura. Esta diferença foi um pouco menor, de cerca de 5%, considerando a aplicação feita na linha de plantio com mais duas adubações de cobertura (Figura 3).

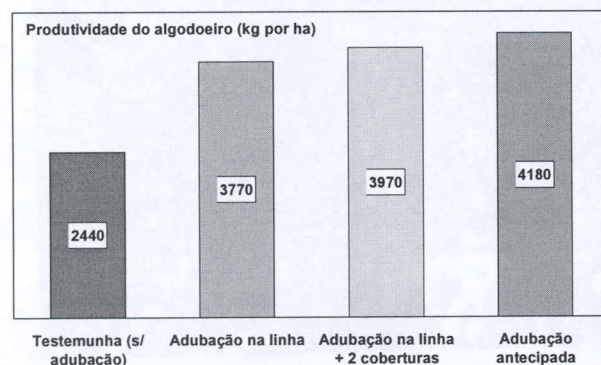


Fig. 3: Produtividade de algodoeiro (kg por ha).

Se for considerado o número de operações, verifica-se uma outra vantagem do sistema, pois para atingir produtividades próximas daquelas com a antecipação o produtor deveria optar por 2 parcelamentos.

A dose de fertilizante encontrada neste estudo não deve ser generalizada para qualquer situação. A forma correta de calcular a dose adequada de fertilizante é com base nos resultados de análise de solo, e orientação técnica de um engenheiro agrônomo, baseando-se nas tabelas de recomendação para a região (Tabelas 1 e 2). A partir do conhecimento desta dose, o sistema de fornecimento pode ser antecipado.

Além do aspecto de aumento da produtividade, a busca de alternativas para o aumento da eficiência do uso de fertilizantes tem grande importância econômica, uma vez que os custos com fertilizantes podem representar entre 20 a 30% dos custos total da cultura.

É importante ressaltar ainda que apesar dos bons resultados, devido à complexidade do SPD, estas recomendações devem ser generalizadas com cuidado uma vez que os efeitos benéficos dependerão do ambiente (solo e clima), comportamento dos nutrientes no solo, espécies utilizadas (cobertura e cultura principal) e também do sistema de produção adotado.

Referências Bibliográficas

BERNARDI, A. C. C. Algodão: adubação antecipada. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v.5, n.6, p.10-14, 2004.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. (Embrapa Solos. Documentos, 46).

CASTRO, O. M. Sistemas conservacionistas no Brasil – a experiência de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. **Resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. v.1; p. 77-78.

FREIRE, E. C.; MORELLO, C. L. **Cultura do algodoeiro em Goiás**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 29 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 68).

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, Dourados, 1997. **Anais...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 76-80. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 22).

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p.185-226.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000.

LANDERS, J. N. **Zero tillage development in tropical Brazil – the story of a succesful NGO activity**. Rome: FAO, 2001. 69 p. (FAO. Agricultural Services Bulletin, 147).

PLATAFORMA PLANTIO DIRETO. Introdução e histórico. 2001. Disponível: <http://www.embrapa.br/plantiodireto/>. Acesso em: 30 maio 2003.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto**. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa - SPI; Dourados: Embrapa - CPAO, 1998. 248 p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p.283-315.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2002. p.147-168.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G.; SILVA, J. E. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2002. p.169-183.

WIETHÖLTER, S.; BEM, J. R.; KOCHHANN, R. A.; PÖTTKER, D. Fósforo e potássio no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. J. (Ed.) **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p. 27-52.

No sistema plantio direto é
2005 FL-2005.00178



15927-1

Apoio Financeiro



**International
Potash Institute**

Coordination Latin America

International Potash Institute, IPI
PO Box 569
CH-8810 Horgen, Suíça
<http://www.ipipotash.org>

Comunicado Técnico, 24

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Solos
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim
Botânico
Fone: (21) 2274-4999
Fax: (21) 2274-5991
E-mail: sac@cnps.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2005): 1000 exemplares

Expediente

Supervisor editorial: *Jacqueline S. Rezende Mattos.*
Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes.*
Editoração eletrônica: *Saulo Stefano.*